

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ О ЦВЕТЕ В АЛГОРИТМЕ ВЫДЕЛЕНИЯ ЛИЦ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Шмаглит Л.А., Голубев М.Н.
Кафедра динамики электронных систем

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Ярославль, Россия
connect@piclab.ru

АННОТАЦИЯ

Система обнаружения лиц решает следующую задачу: по произвольному изображению на входе системы определить имеются ли на этом изображении лица, и если да, то указать, где находится каждое лицо и каковы его размеры. За последние несколько лет для решения этой задачи было предложено множество алгоритмов, использующих различные подходы. Однако, как бы ни был хорош алгоритм, на его выходе возникают ошибки двух видов – пропущенные лица и ложные срабатывания. В данной работе делается попытка уменьшить число ошибок второго рода путем использования информации о цвете, которая наряду с информацией о яркости пикселей присутствует в полноцветных изображениях.

Ключевые слова: алгоритм выделения лиц, кластер кожи, ошибки второго рода, уровень ложных срабатываний.

1. ВВЕДЕНИЕ

В качестве алгоритма выделения лиц в работе рассматривается алгоритм, предложенный П. Виолой и М. Джонсом [1], который использует процедуру обучения, основанную на бустинге [2]. Данный алгоритм детектирования лиц на цифровом изображении, основан на выделении признаков и учитывает лишь яркостную составляющую изображения, полностью игнорируя информацию о цвете. Однако из анализа примеров детектирования следует, что рассмотренный алгоритм в некоторых случаях допускает ошибки второго рода (ложные срабатывания) на объектах, которые по цветовой гамме значительно отличаются от цвета лица. Эти ошибки можно значительно уменьшить, добавив к алгоритму детектирования этап проверки областей-кандидатов на цветное соответствие [3].

Для модификации алгоритма детектирования лиц были выбраны два подхода. Рассмотрим их более подробно.

2. ЯВНОЕ ЗАДАНИЕ КЛАСТЕРА КОЖИ

Первый подход использует классификатор, который определяется явными численными правилами, ограничивающими кластер цвета кожи в пространстве RGB. Пиксель (R, G, B) относится к коже, если для него выполнены все следующие условия:

- $R > 95$;
- $G > 40$;
- $B > 20$;

- $\max\{R, G, B\} - \min\{R, G, B\} > 15$;
- $|R - G| > 15$;
- $R > G$;
- $R > B$.

Данный алгоритм не требует перехода в цветовую систему, отличную от цветовой системы исходного изображения, не требует больших вычислительных ресурсов, прост и надежен. Простота классификатора и применение его только к областям-кандидатам позволили сократить количество ошибок второго рода в алгоритме детектирования лиц, практически не увеличив вычислительную нагрузку. Доля пикселей, которая должна быть детектирована как кожа, чтобы алгоритм отнес данное окно к классу лиц, задается в параметре STDR (Skin Tone Detection Rate).

3. НЕПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОТТЕНКА КОЖИ

Второй подход использует разработанный нами алгоритм и относится к непараметрическим моделям распределения оттенка кожи. Он основан на вычислении вероятности принадлежности к оттенку кожи каждой точки дискретизированного цветового пространства. Для достижения робастности алгоритма он обучался на базе, которая состояла из изображений кожи 6 различных оттенков.

Первым этапом процедуры обучения алгоритма являлся переход от цветового пространства RGB к цветовому пространству $K_1K_2K_3$, которое представляет собой куб в пространстве RGB, размеры которого в 5 раз меньше исходного. Подобный переход необходим по двум причинам: во-первых, для обучения алгоритма требуется набрать меньшую статистику, а во-вторых, уменьшение числа элементов способствует повышению быстродействия алгоритма. К тому же человек не может различить пиксели, отстоящие друг от друга по яркости своих цветовых компонент меньше, чем на 5 единиц.

Далее для каждого набора была получена функция плотности распределения вероятности $W(k_1, k_2, k_3)$, описывающая статистическое распределение пикселей в цветовом пространстве $K_1K_2K_3$, по которой находился порог детектирования для данного оттенка кожи. С данными порогами сравниваются вероятности, полученные в процессе работы алгоритма. Поскольку пороги находились для изображений размером 150×150 пикселей, то первым этапом работы алгоритма является масштабирование изображения до указанных размеров.

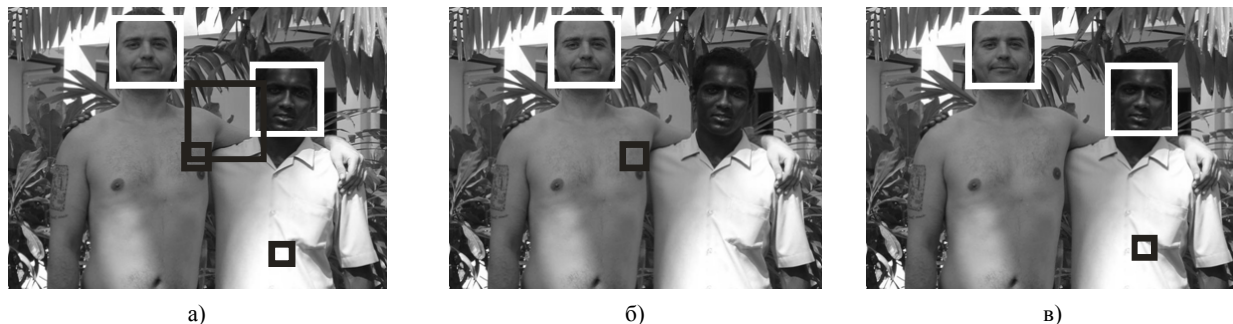


Рис. 1. Сравнение работы алгоритмов: а) исходный алгоритм; б) явное задание кластера кожи; в) непараметрическое задание кластера кожи

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Тестирование работы алгоритма проводилось на базе полноцветных изображений, полученных из сети Интернет. При этом число лиц на изображениях, их размер и условия съемки различны и максимально приближены к реальным. Коэффициент масштабирования для алгоритма выделения лиц был взят равным 1,01. При использовании коэффициента масштабирования близкого к 1 достигается наибольший уровень выделения, но и происходит наибольшее число ложных срабатываний. Результаты работы алгоритмов сведены в табл. 1. В скобках указано количество выделенных областей.

Таблица 1

Тестируемый алгоритм	Уровень выделения	Уровень ложных срабатываний
Только яркость	92 % (217)	51 % (230)
Явное задание кластера кожи STDR = 0,4	85 % (201)	26%(72)
Непараметрическая модель кожи	88 %(209)	17%(44)

Из таблицы видно, что с помощью первого алгоритма удается почти в два раза уменьшить уровень ложных срабатываний. Однако при этом и уровень выделения снижается на 7%. Предлагаемый нами алгоритм показывает на 9% меньше ложных срабатываний при большем уровне детектирования (на 3%).

Среди тех ложных срабатываний, которые не удалось отсеять с помощью данных алгоритмов, часть содержит кожу и по определению не должна отфильтровываться. Результаты работы алгоритмов без учета таких ложных срабатываний представлены в табл. 2. Из данной таблицы видно, что «чистая» ошибка нашего алгоритма составляет 4%.

Таблица 2

Тестируемый алгоритм	Доля ложных срабатываний, которые не содержат кожу
Явное задание кластера кожи STDR = 0,4	13%(36)
Непараметрическая модель кожи	4%(10)

На рис. 1 приводится визуальный пример того, как модификации алгоритма уменьшают количество ложных срабатываний. Из рисунка видно, что оба алгоритма успешно отсеяли по два ложных срабатывания. Однако первый алгоритм также допустил ошибку на одном из лиц.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение детектора кожи позволяет уменьшить количество ложных срабатываний на цветных изображениях при небольшом уменьшении уровня выделения. Алгоритм, использующий явное задание цвета кожи, ограничен одной областью цветовых оттенков. Предлагаемый алгоритм, использующий непараметрическую модель кластера кожи, является более гибким, и его работа определяется набором обучающих изображений.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Viola P., Jones M. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features // Proc. Int. Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition, 2001. № 1. P. 511-518.
- [2] Баринаова О.В., Ветров Д.П. Оценки обобщающей способности бустинга с вероятностными входами // Материалы 14-й Всероссийской конференции «Математические методы распознавания образов», Суздаль, 2009. С. 81-84.
- [3] Vezhnevets V., Sazonov V., Andreeva A. A survey on pixel-based skin color detection techniques // GRAPHICON03. 2003. P. 85-92.

Об авторах

Шмаглит Лев Александрович аспирант Ярославского государственного университета, кафедры динамики электронных систем.

Голубев Максим Николаевич аспирант Ярославского государственного университета, кафедры динамики электронных систем.